

QUANDO I ROBOT SCENDONO IN CAMPO

LA ROBOTICA PUÒ ESSERE VISTA COME **UNO DEGLI ASPETTI DI AVANGUARDIA DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE**. CON NUOVE PROSPETTIVE PER LO SVILUPPO DELLA MECCANIZZAZIONE AGRICOLA.

» Loredana Lunadei

Nonostante da diversi decenni i robot vengano impiegati in svariati settori (soprattutto a livello industriale), il cosiddetto “robot di servizio” è stato introdotto solo nel 1989, con riferimento specifico ad insiemi meccatronici, semi o totalmente automatici, in grado di reagire e di adattarsi all'ambiente, in grado di operare accanto e per l'uomo, in molteplici campi di applicazione, quali la medi-

cina, la logistica, la sicurezza, la pulizia, ecc. Al fine di aumentare e diversificare la produzione, mantenendo la massima qualità sia del prodotto che del suo aspetto finale, il settore agricolo si è da tempo aperto alle tecnologie avanzate, anche per far fronte efficacemente alla costante diminuzione di mano d'opera. In tale contesto, l'implementazione della robotica rimane comunque un processo lento e faticoso, per la tradizionale scarsità di capitali investiti, per il basso valo-

re aggiunto dei prodotti, per la stagionalità delle colture e la parcellizzazione dei terreni. Anche fattori di natura tecnica, come la mancanza di uniformità nelle produzioni, che spesso si estendono in territori caratterizzati da condizioni orografiche e climatiche avverse e variabili, ne ostacolano la diffusione. Nonostante ciò, grazie all'attività di alcuni centri di ricerca universitari e privati, sono stati messi a punto diversi prototipi, con lo scopo di agevolare l'esecuzione delle princi-

pali attività agricole, quali la supervisione (scouting) delle produzioni, l'eliminazione delle malerbe, la concimazione, i trattamenti fitosanitari, la semina, la potatura e la raccolta.

FASE 1: IL CONTROLLO

Una delle operazioni più importanti per un buon management agricolo consiste nel raccogliere accurate informazioni nel più breve tempo possibile e senza costi eccessivi. Chi (o cosa...) potrebbe raccogliere i dati necessari riguardanti le coltivazioni, nel modo più economico e veloce possibile? Solo un robot, naturalmente.

LA SUPERVISIONE AEREA...

Grazie a satelliti artificiali dotati di obiettivi particolarmente potenti, in grado di eseguire un monitoraggio continuo dell'ambiente (di acqua, suolo e atmosfera), da oltre 20 anni la superficie del nostro pianeta viene ripetutamente fotografata dallo spazio, costituendo di fatto un potente strumento per controllare con grande dettaglio e precisione lo sviluppo delle piante, anche su aree molto vaste. Le immagini satellitari (ma anche quelle aeree, acquisite con velivoli opportunamente attrezzati), risultano essere però spesso costose, difficili da ottenere e a volte tecnicamente superate. La canadese Crop Cam (www.croptcam.com).



Alcuni dei robot presentati ad Agrotech (Fonte: UPM, Madrid).

cropcam.com) ha messo a punto un mini aliante radiocomandato, in grado di scattare immagini aeree atte a localizzare eventuali aree bisognose di intervento. Grazie alla massa ridottissima (di soli 3 kg circa), Crop Cam viene fatto decollare manualmente con una piccola rincorsa, per poi far seguire al veicolo il percorso pre-programmato grazie al GPS e al pilota automatico di cui è dotato, fino a raggiungere un'altitudine massima di circa 670 m. Durante il volo, Crop Cam scatta immagini aeree ad alta risoluzione per mezzo di una fotocamera digitale che, mediante un software dedicato, è possibile esportare in file, associando ad ognuno di esse le rispettive coordinate georeferenziali. Rispetto alle immagini satellitari tradizionali, Crop Cam permette di acquisire le immagini dei siti di interesse quando è necessario, e non a intervalli prestabiliti; la risoluzione è di circa 40.000 volte superiore rispetto a quella delle immagini scattate mediante i satelliti tradizionali e 44 volte più alta rispetto a quella ottenuta con le soluzioni tecniche più avanzate. Inoltre, è possibile l'acquisizione delle immagini anche nei giorni nuvolosi, poiché il mini aliante vola sotto lo strato di nubi.

...E TERRESTRE

Per *weed mapping* si intende la raccolta di dati, tramite sistemi di visione, inerente alla posizione e alla densità delle malerbe presenti in campo, con la costruzione di una mappa delle infestanti che, una volta interpretata, si trasforma in un utilissimo strumento per effettuare trattamenti mirati al fine di diminuire la quantità di erbicida impiegato e migliorare l'efficienza del trattamento, con significativi vantaggi economici ed ecologici. Un gruppo di ricercatori dell'Università svedese di Halmstad ha messo a punto un robot dedicato al riconoscimento

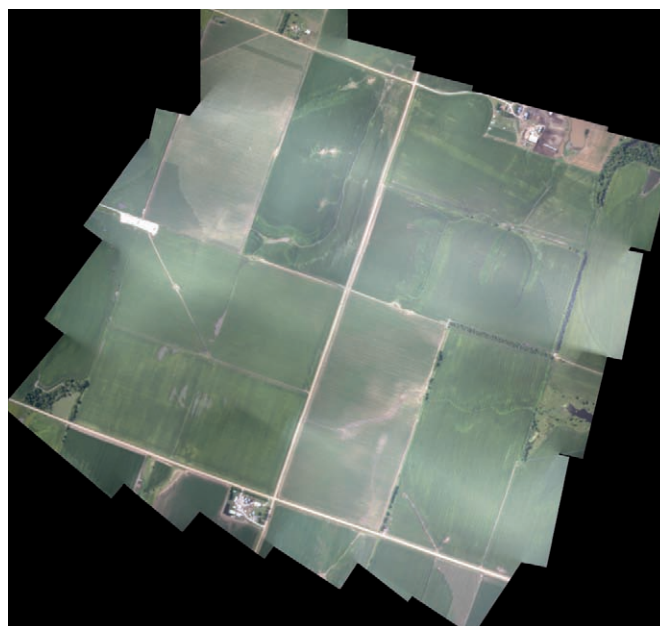


Principali caratteristiche tecniche di Crop Cam.

Lunghezza	1,22 m
Apertura delle ali	2,44 m
Massa	3 kg
Motore	elettrico brushless
Alimentazione	batterie a polimeri di litio
Altitudine massima di volo	670 m
Durata massima del volo	20 min
Risoluzione spaziale delle immagini	0,15 m a 670 m di altezza

Sopra. Il mini aliante Crop Cam può scattare immagini aeree ad alta risoluzione fino a circa 670 m di altezza.

Sotto. Due esempi di immagini aeree acquisite per mezzo di Crop Cam.



"MISTER ROBOT"

I concorsi internazionali di robotica applicata al settore agricolo riscuotono molto successo tra gli studenti universitari, e costituiscono utili momenti di aggregazione per lo scambio di esperienze e il lancio di nuove sfide: *Agrotech* è una delle competizioni internazionali del settore, che dal 2009 si tiene presso l'Università Politecnica di Madrid. All'ultima edizione (svoltasi lo scorso aprile) hanno partecipato 40 fra i migliori studenti europei di informatica, ingegneria industriale e delle comunicazioni e scienze agrarie, con il compito di costruire e programmare un robot con elementi di *LEGO-Mindstorm*, per risolvere una determinata problematica del settore agricolo, scelta dagli organizzatori del concorso e presentata ai partecipanti solo all'apertura della competizione. Nello specifico, in questa edizione bisognava spargere del fertilizzante in maniera localizzata in un campo coltivato a cocomeri: l'appezzamento era riprodotto in scala ridotta, e i frutti erano rappresentati da sferette bianche e azzurre, per differenziare i cocomeri maturi da quelli che invece dovevano essere concimati (il fertilizzante era simulato da chicchi di riso comune). La sfida era quella di distribuire il concime solo dove era necessario, senza sprechi. Il vincitore è risultato il *Rasta-robot* programmato in linguaggio MatLab, grazie all'impiego di sensori acustici, il robot è stato avviato con comando vocale ed è stato in grado di riconoscere i cocomeri che dovevano essere concimati per mezzo di 2 sensori luminosi. Grazie ad un terzo sensore luminoso, impiegato per differenziare il percorso prestabilito (in legno dipinto di bianco) dal manto erboso (in verde), il *Rasta-robot* si è anche mosso correttamente nel "campo" senza debordare dalle linee prestabilite.

SPECIFICHE TECNICHE DEI ROBOT



Il vincitore del concorso, il Rasta-robot
(Fonte: UPM, Madrid).

Anche grazie ai risultati di numerosi meeting tra i ricercatori di diverse università europee, sono state definite le principali caratteristiche comuni dei cosiddetti "agro-robot":

- **autonomia di comportamento:** devono poter interagire con l'ambiente che li circonda e muoversi in maniera autonoma per lunghi periodi di tempo;
- **navigazione:** sono dotati di GPS-GIS, affinché il veicolo possa essere in grado di definire traiettorie, muoversi autonomamente da una

Classificazione in base alla dimensione, alla massa e alla potenza e tipo di alimentazione dei robot ad uso agricolo.

Tipo	Massa (kg)	Dimensione (m)	Potenza (CV)	Alimentazione
Veicoli di ridotte dimensioni / microrobot	< 1 - 10	< 1	< 1	Motore elettrico a batterie ricaricabili
Piccoli veicoli	10 - 100	< 1	~ 5	Motore elettrico a batterie ricaricabili o motore endotermico
Trattori di piccola dimensione	> 100	1-2	10-30	Motore endotermico

locazione all'altra e ritornare alla base in caso di necessità di rifornimento;

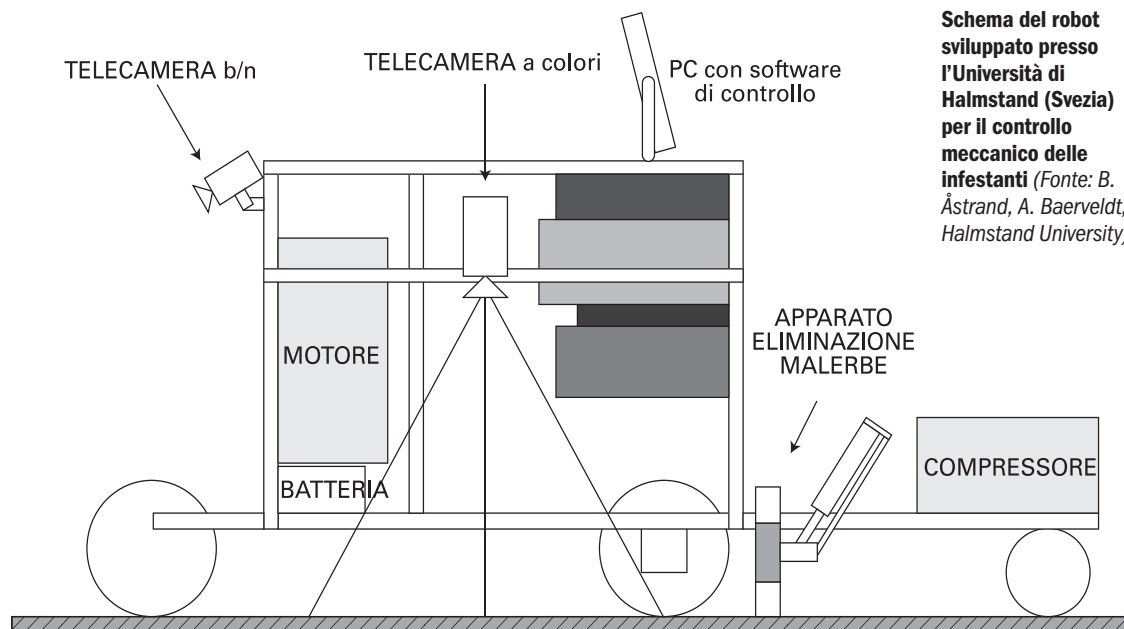
- **capacità esplorativa:** devono essere equipaggiati con sistemi sensibili all'intorno in cui si trovano, tramite ad esempio sensori NIR o a ultrasuoni; devono poter registrare i parametri ambientali e soprattutto autoadattarsi ad essi;
- **autodiagnosi:** devono essere dotati di idonei sistemi per verificare che i parametri di

funzionamento siano corretti, all'interno del range previsto;

- **gestione di piccole macchine operatrici:** il veicolo deve essere in grado di trasferire energia sotto forma meccanica ed elettrica ad eventuali macchine operatrici di ridotte dimensioni ad esso collegate, e con le quali potrà comunicare tramite protocolli predefiniti, ad esempio l'Isobus;
- **comunicazione:** deve essere di tipo digitale; in caso di anomalie,

permetterà di identificare la causa del problema e di creare un registro degli errori;

- **coordinazione:** in caso di creazione di un "parco-robot", questi devono essere coordinati attraverso un PC centrale, che controlla in tempo reale i parametri funzionali di ogni veicolo;
- **sicurezza:** devono essere rispettati i parametri della sicurezza propria, di terzi e della coltivazione.



Schema del robot sviluppato presso l'Università di Halmstand (Svezia) per il controllo meccanico delle infestanti (Fonte: B. Åstrand, A. Baerveldt, Halmstand University).

Principali caratteristiche tecniche del robot messo a punto dall'equipe svedese di Halmstand.

Lunghezza	1,2 m
Velocità di avanzamento	0,2 m/s
Sterzo	Ackerman steering
Motore	servomotore a corrente continua
Alimentazione	A batteria
Elemento falciante	Disco rotante

to delle malerbe in coltivazioni di barbabietola da zucchero, per attivarne l'eliminazione meccanica, evitando in tal modo il ricorso a pesticidi. Il prototipo è corredato di due apparati di visione: il primo in bianco e nero (B/W), con filtro a infrarossi, che consente al veicolo di riconoscere le piante disposte a file, e quindi di muoversi correttamente tra esse, e l'altro a colori, deputato al riconoscimento delle malerbe eventualmente presenti. La telecamera B/W, posta anteriormente al veicolo, analizza contemporaneamente la posizione di almeno due file, su una larghezza di 5 m. La telecamera a colori, con l'obiettivo rivolto verso il suolo, acquisisce le immagini della vegetazione, e in base al riconoscimento aziona o meno l'organo di taglio. Il robot ha fornito prestazioni molto positive, con una percentuale di corretta rilevazione delle malerbe del 96 %.



La dimensione delle piantine di barbabietola da zucchero appena germinate è molto simile a quella delle infestanti, e ciò ne rende difficile la discriminazione; in una fase successiva, la pianta di barbabietola cresce più velocemente, e la malerba può essere identificata più facilmente (Fonte: B. Åstrand, A. Baerveldt, Halmstand University).



Vista tridimensionale di una piantina di barbabietola (a sinistra) e di una malerba (a destra). Sotto sono riportate le rispettive immagini in formato binario che il robot crea e confronta (Fonte: B. Åstrand, A. Baerveldt, Halmstand University).